

## Operating stationary gas turbine installation for silo combustion chamber

Patent Number: DE4442936  
Publication date: 1996-06-05  
Inventor(s): WUEBBELING MARTIN DIPL ING (DE)  
Applicant(s): ABB PATENT GMBH (DE)  
Requested Patent: ☐ DE4442936  
Application Number: DE19944442936 19941202  
Priority Number(s): DE19944442936 19941202  
IPC Classification: F02C7/16  
EC Classification: F02C7/143C  
Equivalents:

---

### Abstract

The installation (10) comprises a preceding compressor (12) with water injection. It contains a peripheral combustion chamber (14) and a gas turbine (16) with an inlet stage (17), to which is directly supplied a hot drive gas stream from the combustion chamber. It is cooled by a partial flow (22) of the compressed air (20). On the compressor outlet side water is locally supplied to the compressed air for cooling the partial flow of the compressed air supplied to the thermally highest stressed region of the inlet stage.

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - 12

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



①⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 44 42 936 A 1**

⑤① Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**F 02 C 7/16**

②① Aktenzeichen: P 44 42 936.3  
②② Anmeldetag: 2. 12. 94  
④③ Offenlegungstag: 5. 6. 96

DE 44 42 936 A 1

⑦① Anmelder:  
ABB Patent GmbH, 68309 Mannheim, DE

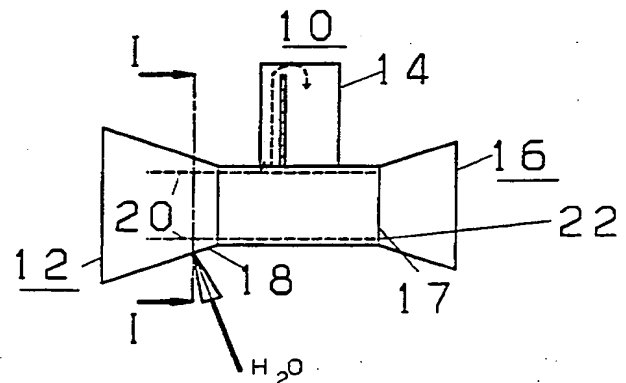
⑦② Erfinder:  
Wübbeling, Martin, Dipl.-Ing., 68305 Mannheim, DE

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE 42 13 023 A1  
DE 28 36 539 A1  
JP 5-44494 A., In: Patents Abstracts of Japan,  
M-1437, June 30, 1993, Vol.17, No.346;

⑤④ Gasturbine

⑤⑦ Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betrieb einer stationären Gasturbinenanlage (10) mit einem vorgeschalteten Verdichter (12), mit wenigstens einer am Umfang angeordneten Brennkammer (14) und mit einer Gasturbine (16) mit einer Eintrittsstufe (17) sowie mit einer ausgangsseitig am Verdichter vorgesehene Wassereinspritzung, wobei das zur Kühlung vorgesehene Einspritzwasser in dem Umfangsbereich des Verdichters örtlich zugeführt wird, dessen geometrische Lage derjenigen entspricht in welcher die Eintrittsstufe (17) der Gasturbine (16) thermisch am höchsten belastet wird und daher die höchsten Temperaturen aufweist.



DE 44 42 936 A 1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betrieb einer Gasturbinenanlage mit einem vorgeschalteten Verdichter mit Wassereinspritzung, mit wenigstens einer am Umfang angeordneten Brennkammer und mit einem Gasturbinenrotor aufnehmenden, mit Statorschaufeln versehenen Gasturbinengehäuse.

Es ist bekannt, daß die meisten Gasturbinenanlagen jeweils einen Verdichter aufweisen, der die gleiche Rotorwelle wie die Gasturbine besitzt und dazu dient, die Menge an Luft bereitzustellen, die für die Erzeugung von Treibgas bei der Verbrennung des Brenngases in der Brennkammer erforderlich ist. Darüberhinaus wird häufig ein Teil der vom Verdichter bereitgestellten Verdichterluft dazu benutzt, im Eintrittsbereich der Gasturbine die dort befindlichen Schaufeln des Stators und des Rotors zu kühlen. Dies wird hinsichtlich der Statorschaufeln dadurch erreicht, daß nicht der gesamte, vom Verdichter bereitgestellte Luftstrom in die Brennkammer geführt wird, sondern daß ein Teil hiervon axial entlang der Rotorwelle an der Brennkammer vorbeigeführt wird und demzufolge nicht an der Verbrennung teilnimmt, so daß die Temperatur dieses Luftanteils deutlich geringer ist als die des Brenngases.

Darüberhinaus ist es auch bekannt, in den Verdichter Wasser einzuspritzen, um hierdurch einerseits den Massenstrom zu erhöhen und andererseits die Bildung von Stickoxid (NO<sub>x</sub>) möglichst einzuschränken oder gar zu verhindern.

In der Praxis hat sich gezeigt, daß aufgrund höherer Leistungsanforderungen an die Gasturbinen und, damit einhergehend, durch die Anhebung der Verbrennungstemperaturen und damit der Treibgastemperaturen die Turbinenschaufeln zumindest im Eintrittsbereich einer erhöhten thermischen Belastung ausgesetzt sind, was deren Kühlung erforderlich macht, um thermische Schäden zu verhindern. Die Kühlung erfolgt im allgemeinen mit dem Teil der Verdichterluft, der nicht der Brennkammer zugeleitet wurde, sondern entlang der Rotorachse axial in die Turbine einströmt.

Bei Verwendung von einseitig angeordneten Brennkammern, sogenannten Silo-Brennkammern, bei welchen der Treibgasstrom radial einseitig in die Turbine einströmt, ist zu beobachten, daß, bezogen auf den Querschnitt der Turbine, der der Brennkammer gegenüberliegende Bereich der Beschaukelung eine stärkere thermische Belastung erfährt und damit höhere Temperaturen aufweist als der Bereich der Beschaukelung, der der Brennkammer unmittelbar benachbart ist.

Ausgehend von diesem Stand der Technik ist es Aufgabe der Erfindung ein Verfahren der eingangs genannten Art dahingehend zu verbessern, daß die thermische Belastung der Beschaukelung in der Turbine möglichst gleichmäßig erfolgt.

Diese Aufgabe wird gelöst durch die kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruchs 1. Danach ist vorgesehen, daß gezielt Wasser zur Kühlung der Verdichterluft in dem Bereich des Umfangs des Verdichters eingespritzt wird, der hinsichtlich seiner Lage dem Bereich der Schaufelanordnung in der Gasturbine mit der höchsten thermischen Belastung entspricht. Hierbei wird die Erkenntnis ausgenutzt, daß die Verdichterluft quasi linear den Verdichter durchströmt und ohne Änderung der Umfangslage der nachgeschalteten Gasturbine zuströmt. Demgemäß wird mit Hilfe der Erfindung erreicht, daß die der Gasturbine zuströmende, zur Kühlung vorgesehene und zu diesem Zweck gezielt mit Ein-

spritzwasser beaufschlagte Verdichterluft in dem Querschnittsbereich der Eintrittsstufe der Gasturbine, der thermisch besonders hoch belastet ist, eine geringere Temperatur aufweist als die übrige Verdichterluft. Hierdurch wird erreicht, daß die ohne Benutzung der Erfindung höheren örtlichen Temperaturen der Beschaukelung etwa auf das Niveau der übrigen Schaufeln abgesenkt werden, so daß ein nahezu gleichförmiges Temperaturprofil dem Querschnitt der Gasturbine eingestellt wird.

Wenn also in einem konkreten Fall eine Gasturbinenanlage eine Silo-Brennkammer aufweist, die üblicherweise senkrecht nach oben stehend angeordnet ist, dann hat dies normalerweise zur Folge, daß sowohl der obere, der Brennkammer unmittelbar benachbarte Bereich als auch der dem Brenngaszutritt gegenüberliegende Bereich sowie ein von der Drehrichtung und der Drehzahl des Rotors abhängiger seitlicher Umfangsbereich der Gasturbine thermisch besonders hoch belastet ist. Wenn also die zur Kühlung der Verdichterluft eingespritzte Wassermenge ebenfalls in dem entsprechenden Querschnittsbereich des Verdichters zugeführt wird, so wird erreicht, daß die in diesem Querschnittsbereich strömende Verdichterluft kühler ist als die übrige zur Kühlung dienende Verdichterluft, mit welcher sie sich nicht vermischt, so daß der Gasturbine unterschiedlich temperierte Kühlluft zuströmt dem Kühlluft-beziehungsweise Kühlmitteltemperaturbedarf der Beschaukelung entsprechend. Hierdurch ist es möglich, die thermische Beanspruchung der Schaufeln der Eingangsstufe zu vergleichmäßigen, was wiederum die Möglichkeit einer höheren zulässigen Brenngastemperatur bietet. Damit aber ist generell eine höhere Betriebstemperatur für die so ausgestattete Gasturbine zulässig, wodurch eine höhere Leistungsausbeute möglich ist und der Wirkungsgrad verbessert ist.

Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist die zugeführte Wassermenge so festgelegt, daß das Wasser im Kühlluftstrom vollkommen aufgenommen und ohne Tropfenbildung mitgeführt wird und dem zugeordneten Kühlbereich der Beschaukelung der Gasturbine zuströmt.

Diese und weitere vorteilhafte Ausgestaltungen und Verbesserungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

Anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels sollen die Erfindung, vorteilhafte Ausgestaltungen und Verbesserungen sowie besondere Vorteile der Erfindung näher erläutert und beschrieben werden.

Es zeigen:

Fig. 1 einen Längsschnitt durch eine Gasturbinenanlage in schematischer Darstellung,

Fig. 2 einen Querschnitt entsprechend Schnittlinie I-I,

Fig. 3 das Temperaturprofil im Bereich des Gasturbineintritts.

In der schematischen Darstellung gemäß Fig. 1 ist eine Gasturbinenanlage 10 mit einem Verdichter 12, einer Silo-Brennkammer 14 und einer hieran anschließenden Gasturbine 16 gezeigt. Nahe seinem Austritt besitzt der Verdichter 12 in seinem unteren Umfangsbereich Einspritzdüsen 18, durch welche Wasser der verdichteten Luft zugeführt wird. Zum besseren Verständnis ist der Luftstrom 20 mit gestrichelten Linien dargestellt, wobei ersichtlich ist, daß ein größerer Teil nach Verlassen des Verdichters 12 der Brennkammer 14 zuströmt, während ein kleinerer Teil 22 des Luftstroms quasi linear entlang der Rotorachse von Verdichter 12 und der

Gasturbine 16 dieser zuströmt.

Entsprechend der Erfindung ist vorgesehen, daß der kleinere Teil 22 der Luftströmung 20 im unteren Umfangsbereich der Gasturbinenanlage 10, das heißt auf der der Brennkammer 14 gegenüberliegenden Umfangsseite, der Gasturbine 16 zuströmt. Hiermit wird der Zweck verfolgt, den thermisch höher belasteten Teil der hier nicht näher dargestellten Beschaufelung im Eintrittsbereich 17 der Gasturbine 16 stärker zu kühlen, um so einen gewissen Temperatenausgleich zwischen den einzelnen Schaufeln der Eintrittsstufe der Gasturbine 16 zu erzielen.

Dies wird dadurch erreicht, wie in Fig. 2 gezeigt, daß im unteren Umfangsbereich des Verdichters 12 nahe dessen Austritt Einspritzdüsen 18 für Wasser angeordnet sind, welche dazu dienen, die Temperatur der verdichteten und dadurch erwärmten Verdichterluft abzusinken, um so eine bessere Kühlung der Eintrittsstufe 17 der Gasturbine 16 zu erreichen.

In Fig. 3 ist in schematischer Darstellung das Temperaturprofil der Eintrittsstufe 17 der Gasturbine 16 gezeigt. Dabei zeigt die gestrichelte Linie den Temperaturverlauf im Querschnittsbereich der Eintrittsstufe 17 der Gasturbine bei konventioneller Betriebsweise. Durch die erfindungsgemäß vorgesehene besondere Kühlung der Verdichterluft 20 mittels über die Düsen 18 eingespritzten Kühlwassers und der hierdurch stärker abgekühlten Kühlluft 22 kann der Temperaturunterschied  $T$  gegenüber einer gleichmäßigen Temperaturverteilung über den Querschnitt der Eintrittsstufe 17 der Gasturbine 16 auf einfache Weise ausgeglichen werden, so daß annähernd der Temperaturverlauf entsprechend der durchgezogenen Kreislinie erreicht wird. Mit anderen Worten durch Einsatz der Erfindung ist gewährleistet, daß auch im Eintrittsbereich 17 der Gasturbine 16 eine nahezu gleichförmige Temperaturverteilung zu verzeichnen ist, obwohl aufgrund der Beaufschlagung durch den heißen Treibgasstrom aus der Brennkammer 14 der mit gestrichelter Linie markierte Querschnittsbereich der Eintrittsschaufeln thermisch höher belastet ist als der übrige Bereich.

Während bisher die an diesen Stellen auftretenden maximalen Temperaturen die Grenztemperatur für den Betrieb der Gasturbine darstellten, ist es mit Hilfe der Erfindung möglich infolge Ausgleichs der Temperaturunterschiede über den Umfang durch die gezielte Kühlung der Verdichterluft mittels der erfindungsgemäß vorgesehenen Wassereinspritzung, höhere Betriebstemperaturen als bisher bei sonst gleichen Werkstoffen und Konstruktionsmerkmalen zu realisieren. Hiermit geht eine höhere Leistungsausbeute einher ebenso wie ein höherer Wirkungsgrad.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum Betrieb einer stationären Gasturbinenanlage (10) mit einem vorgeschalteten Verdichter (12) mit Wassereinspritzung, mit wenigstens einer am Umfang angeordneten Brennkammer (14) und mit einer Gasturbine (16) mit einer Eintrittsstufe (17), die unmittelbar vom heißen Treibgasstrom aus der Brennkammer (14) beaufschlagt wird und durch einen Teilstrom (22) der Verdichterluft (20) gekühlt wird, dadurch gekennzeichnet, daß austrittsseitig in die Verdichterluft örtlich Wasser zur Kühlung des Teilstroms (22) der Verdichterluft gezielt zugeführt wird, der dem thermisch am höchsten belasteten Bereich der Eintrittsstufe (17) zu-

strömt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Kühlwasser im unteren Querschnittsbereich des Verdichteraustritts zugeführt wird entsprechend dem durch den heißen Treibgasstrom aus der Brennkammer (14) thermisch am höchsten belasteten unteren Bereich der Eintrittsstufe (17) und daß die mittels Einspritzwasser gekühlte Verdichterluft mit einem Teilstrom (22) den thermisch am höchsten belasteten Bereich der Eintrittsstufe (17) zu dessen Kühlung beaufschlagt.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die mittels Wassereinspritzung gekühlte Verdichterluft dafür benutzt wird, die Temperaturverteilung in der Eintrittsstufe (17) der Gasturbine (16) zu vergleichmäßigen, indem das Temperaturprofil des zur Kühlung vorgesehenen Teilstroms (22) der Verdichterendluft dem Temperaturprofil des Treibgas es überlagert wird.

4. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die zur Einspritzung vorgesehene Wassermenge und die hierdurch bewirkte örtliche Absenkung der Temperatur der Verdichterluft so festgelegt wird, daß die hierdurch bewirkte Kühlung der zugeordneten Schaufeln der Eintrittsstufe (17) der Gasturbine (16) auf annähernd die gleiche Temperatur bezogen auf den Querschnitt der Eintrittsstufe (17) gewährleistet ist.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

